昆虫学报 *Acta Entomologica Sinica*，June 2004，47(3)：365－371 ISSN 0454-6296

佩妃延腹榕小蜂的产卵行为

甄文全[1,2]，黄大卫[1*]，杨大荣[2]，肖　晖[1]，朱朝东[1]
（1. 中国科学院动物研究所，北京　100080；2. 中国科学院西双版纳热带植物园，云南西双版纳　650223）

摘要：榕树与传粉榕小蜂之间的互惠共生关系是协同进化研究领域中的热点之一。榕树除了与传粉榕小蜂共生外，它还为许多非传粉榕小蜂提供食物和生境。佩妃延腹榕小蜂 *Philotrypesis pilosa* Mayr 腹部第 8～9 节背板极度延伸，形似长长的产卵鞘，其后更长的才是真正的产卵鞘。它将产卵针刺入榕果的果壁，产卵于果内。该蜂是对叶榕 *Ficus hispida* L. 的传粉榕小蜂 *Ceratosolen solmsi*（Mayr）的盗食性寄生蜂。我们利用数码照相机记录了佩妃延腹榕小蜂产卵的全过程，详细描述了其产卵行为。发现了前人没有发现的下列行为特点：1）当雌蜂找到合适的产卵位点时，身体呈倒立状，后足扶持产卵鞘到选定的产卵位点；2）从开始插入产卵针到产卵鞘向后弹出，腹部第 8～9 节背板延伸部分与产卵鞘之间有两次大幅度的靠拢与分开，第一次靠拢与分开是保证产卵针以最佳的垂直角度插入果内，第二次是使产卵鞘向后弹出，将暴露在外的产卵针顺利地插入果内；3）雌蜂产卵针沿榕果直径方向（最短距离）插入果壁；4）前足与后足比中足发达，与整个产卵过程中支撑身体的行为有关。

关键词：佩妃延腹榕小蜂；产卵行为；盗食性；形态特征进化
中图分类号：Q968　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0454-6296（2004）03-0365-07

Oviposition behaviour of *Philotrypesis pilosa* Mayr（Hymenoptera：Agaonidae）

ZHEN Wen-Quan[1,2]，HUANG Da-Wei[1*]，YANG Da-Rong[2]，XIAO Hui[1]，ZHU Chao-Dong[1]（1. Institute of Zoology，Chinese Academy of Sciences，Beijing 100080，China；2. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden，Chinese Academy of Sciences，Xishuangbanna，Yunnan 650223，China）

Abstract：The species-specific mutualism between figs and pollinating fig wasps is one of the hot topics in coevolution studies. Figs host a large number of non-pollinating fig wasps besides pollinators. *Philotrypesis pilosa* Mayr is characterized by the extreme extension of the last two tergites of abdomen，in the form of ovipositor sheath，followed by the true ovipositor sheath. It is a cleptoparasite of *Ceratosolen solmsi*，the legal pollinator of *Ficus hispida* L. The oviposition process of *P. pilosa* was recorded with a digital camera. We found the following behaviors which were ignored by the previous authors：1）When the female finds out a suitable site for ovipositing，it makes a headstand posture，freeing the hind legs to help the long ovipositor sheath to locate the site. 2）From the start of penetrating the syconium to springing the ovipositor sheath backwards，the extension part of abdomen tergites and the ovipositor sheath undergo two bouts of close-and-apart. The first bout of close-and-apart is beneficial to keep the stylets vertical so as to penetrate the wall easily. The second one is helpful to spring the ovipositor sheath backwards and make the exposed basal part of the stylets to squeeze into the wall without the clag of the sheath. 3）The stylets penetrate into the syconium along syconial diameter as the shortest way. 4）The fore and hind legs are more robust than the mid ones，which is related to their function of supporting the body during the oviposition.

Key words：*Philotrypesis pilosa*；oviposition behavior；cleptoparasitism；morphological character evolution

榕小蜂与榕树之间存在着十分复杂的生物学与生态学关联，其中传粉榕小蜂与榕树之间具有典型的互惠共生关系（Janzen，1979；Berg and Wiebes，1992；甄文全等，2004）；然而，榕树还为大量非传粉榕小蜂提供栖息场所以及食物（Hawkins and Compton，1992）。这些非传粉榕小蜂的食性很复杂，有些以榕果内的小花为食而归为植食性种类，另一些是植食性榕小蜂的寄生性天敌，还有一些种类为盗食性寄生蜂。

佩妃延腹榕小蜂 *Philotrypesis pilosa* Mayr 隶属于

基金项目：国家自然科学基金委重点项目（30330090）；中国科学院知识创新工程重要方向项目（KSCX2-SW-105）；动物研究所知识创新领域前沿项目（KSCX3-IOZ-01）
作者简介：甄文全，男，1971 年生，博士生，主要从事榕树与榕小蜂的研究，E-mail：zhenwq@panda.ioz.ac.cn
* 通讯作者 Author for correspondence，E-mail：huangdw@panda.ioz.ac.cn
收稿日期 Received：2003-11-26；接受日期 Accepted：2004-3-30

膜翅目（Hymenoptera）小蜂总科（Chalcidoidea）榕小蜂科（Agaonidae）延腹榕小蜂亚科（Sycoryctinae），是一种非传粉榕小蜂（Bouček，1988）。该蜂以对叶榕 *Ficus hispida* L.的榕果为栖息场所。雌蜂只在已有传粉榕小蜂 *Ceratosolen solmsi*（Mayr）的果内产卵。其幼虫可能与传粉榕小蜂幼虫 *C. solmsi* 竞争对叶榕 *F. hispida* 的小花胚乳，并战胜后者，二者的关系如 *Philotrypesis caricae* L.与 *Blastophaga psenes* L.的关系一样（Joseph，1958）。雄蜂先出瘿，在果腔内寻找未交配雌蜂。雌雄交配发生在虫瘿内，交配方式同传粉榕小蜂 *C. solmsi*。

延腹榕小蜂亚科 Sycoryctinae 的多数种类，其产卵行为与产卵器的特殊形态结构有密切关系：腹部第 8～9 节背板向后延伸，长约为产卵鞘的 1/2。因此，看似长长的"尾"由雌蜂延伸的背板（约占"尾"的 1/3）和产卵鞘（约占"尾"的 2/3）构成。二者之间在产卵时呈关节状折叠，有助于产卵器与果面垂直接触。由于产卵时主要由前足与后足支撑雌蜂身体，因此雌蜂的前足与后足发达，中足纤弱。

对于非传粉榕小蜂的产卵行为，只对少数种类进行过研究。如韦氏缩腹榕小蜂 *Apocrypta westwoodi* Grandi（Ansari，1967），对叶榕缩腹榕小蜂 *A. bakeri* Joseph（Abdurahiman and Joseph，1979），长跗缩腹榕小蜂 *A. longitarsus* Mayr（Ulenberg，1985），缇斯特扁股榕小蜂 *Platyneura testacea* Mayr（Ansari，1967），凯妃延腹榕小蜂 *Philotrypesis caricae* L.（Lichtenstein，1919；Joseph，1958，1959），印度管尾嗜榕小蜂 *Sycoscapter indicus* Joseph（Joseph，1953）。Abdurahiman（1980）观察过佩妃延腹榕小蜂的产卵行为。但是，有关妃延腹榕小蜂属 *Philotrypesis* 种类的产卵行为研究均为线条示意图，对于一些产卵过程中特殊的行为并没有记录和分析。本文利用数码照相机记录了佩妃延腹榕小蜂的全部产卵行为。

1 材料与方法

1.1 研究对象

佩妃延腹榕小蜂 *P. pilosa*，雌蜂体长（头至腹部第 9 节末端）4.91 ± 0.10 mm（n = 10），产卵鞘长 4.66 ± 0.19 mm（n = 10）。体背有黑色条斑，其余处为黄褐色。足淡黄色。该榕小蜂只在雄果内产卵。

1.2 寄主植物

对叶榕 *F. hispida*，雌雄异株，小乔木，3～5 m 高，叶粗糙。在云南省西双版纳州的路边、荒地等较开阔处常见。在西双版纳一般每年结果 3 次，分别是 4～6 月、7～8 月和 11 月～次年 2 月。雄果用于实验观察。

1.3 研究方法

（1）用 Nikon Coolpix 995 型数码照相机定点观察并拍摄该小蜂的产卵行为。所有照片均为原位（in situ）观察拍摄，尽可能不惊扰小蜂的任何行为。

（2）当佩妃延腹榕小蜂正在产卵时，用手指从垂直于果面的方向迅速压死榕小蜂，即保证其产卵针基本不拉出。然后取下带蜂的榕果，在室内解剖镜下沿产卵针小心解剖，力求发现产卵针末端所在的位置。

（3）在 Leica 立体解剖镜下解剖并测量该榕小蜂各足长、宽，精确到 0.01 mm；用 SAS 的 GLM 程序作多重比较。在比较各足基节的发达程度时，只比较前、后足，原因见"结果与分析"，分析方法为 TTEST 程序（SAS，1992）。

2 结果与分析

在野外，大量榕小蜂在清晨集体出蜂，一般在上午 6:00～10:00 时产卵（2002 年及 2003 年的雨季前）。在室内，只要有合适的榕果，它可以在任何时间产卵。

佩妃延腹榕小蜂在对叶榕榕果上聚集产卵。通常情况下，一个榕果上可有近 10 头雌蜂同时产卵（图 1）。产卵过程可分为搜索产卵位点、产卵针刺入榕果及产卵与收回产卵针三个阶段。

2.1 搜索产卵位点

出蜂后，佩妃延腹榕小蜂飞向其他幼果，在果间跳跃或飞行，经解剖榕果证实，该蜂选择已含有传粉榕小蜂 *C. solmsi* 幼虫的榕果（图 2）作为产卵对象。当有适合的榕果时，雌蜂在果面徘徊，寻找合适的产卵位点。在此过程中，雌蜂触角棒节与果面不断接触。触角上的感受器可能帮助雌蜂寻找合适的产卵位点，即触角可能感受到某些化学物质的信息，以使它决定在此产卵。佩妃延腹榕小蜂有时也可以竖起产卵鞘，用产卵针与产卵鞘末端上的感受器再次检测产卵位点。经常是放弃一个位点，再去寻找另一个更合适的位点。

当找到合适的产卵位点时，雌蜂整个身体向上抬起，头和胸几乎与果面垂直，头部的上颚接触果面，与前足和中足共同将整个身体支撑起来。此时，腹部向前倾斜，超过头胸所在的垂直线，与后者约呈 90 度角。产卵鞘在腹部延伸的第 8～9 节背板末端处向下折弯。两后足下拉产卵鞘，直至其端部与果面接触（图版Ⅰ：A）。三对足全部落在果面上，产卵

针刺入点位于中足和后足之间(图版Ⅰ：B)。在此过程中，头胸部逐渐抬升至水平位置，前倾的腹部向后移动至垂直状态。

2.2 产卵针刺入榕果

产卵针慢慢地刺入果壁，雌蜂稍前移，同时腹部前倾，产卵鞘与腹部距离增大，慢慢呈拱形(图版Ⅰ：C~E)。下生殖板逐渐张开，带动产卵针先与腹部第8~9节背板延伸的鞘状部分分离(图版Ⅰ：D，E)。在这个阶段，腹部背板延伸部分与产卵鞘之间的距离逐渐增大。之后，产卵针逐渐从产卵鞘基部分离下插(图版Ⅰ：F~J)。这个阶段的特点是，腹部与产卵鞘的距离愈来愈近，直至几乎靠拢，腹部背板延伸部分与产卵鞘之间的角度愈来愈小，产卵针外露部分愈来愈短。当腹部背板延伸部分与产卵鞘靠拢时(图版Ⅰ：J)，下生殖板与腹部纵轴垂直。后足逐渐伸直，头、胸、腹渐成一直线，产卵鞘突然向后拱起，与产卵针分离(图版Ⅰ：K)。产卵鞘与腹部背板延伸部分形成圆滑的弓形。产卵鞘最终弹向体后，伸展开来(图版Ⅰ：L)。之后通过腹部的力量将剩余的产卵针逐渐压入果壁内。当产卵针慢慢地全

图1 多头佩妃延腹榕小蜂在一个对叶榕果面上产卵

Fig. 1 Many *Pholotrypesis pilosa* ovipositing on syconium of *Ficus hispida* simultaneously

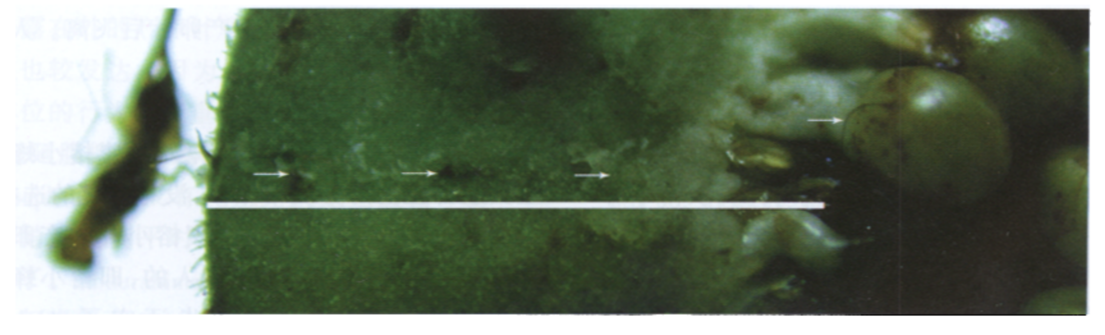


图2 佩妃延腹榕小蜂的产卵针穿透果壁的路线(白粗线上方，三个白色箭头所指)，以及产卵针端部的位置(最右侧的白色箭头所指)

Fig. 2 *Philotrypesis pilosa* ovipositing into the syconium of *F. hispida*, showing puncture pathway of ovipositor stylet (above the thick line, three successive white arrows from left) and the location its tip reached (as indicated by the last right arrow)

部插入果壁内，下生殖板与腹部体纵轴垂直，产卵鞘指向体后上方(图版Ⅰ：M)。

2.3 产卵与收回产卵针

当产卵针完全插入果壁后，开始真正将卵产在榕果的子房内。整个产卵过程所需的时间差异很大，与外界是否有干扰密切相关。有时发现拉出一段产卵针后再重新插入，这样的动作重复几次，可能表明产卵针在果内没有找到合适的子房；或是再到其它子房去产卵。

产卵结束后，雌蜂伸直各足，拉出一段产卵针，再抬高腹部，拉出其余的部分。有时还可以向前行走，逐渐地拉出整个产卵针。一般情况下，拉出产卵针后，用后足的跗节清理一下产卵器，使产卵针完好地叠入产卵鞘中。

2.4 各足发达程度比较

榕小蜂足的基节与腿节是足的最主要的两个部分，所以本研究只对它们进行测量、比较。足各节宽度与长度的比值可作为各足发达(粗壮)程度的比较标准。因为中足基节的长度与宽度分别显著小于前、后足的基节长度与宽度，所以它明显不发达。但是，中足的宽度与长度的比值最大(1.08)。因此省略其与前、后足基节的比较，更有利于前足与后足基节之间发达程度的比较。

表 1 佩妃延腹榕小蜂各对足发达程度比较

Table 1 The comparison of robustness among legs of *Philotrypesis pilosa*

	基节 Coxa			腿节 Femur		
	长 Length (mm)	宽 Width (mm)	宽/长 Width/length	长 Length (mm)	宽 Width (mm)	宽/长 Width/length
前足 Foreleg	0.36 ± 0.01 b	0.17 ± 0.02 b	0.48 ± 0.05 a	0.54 ± 0.01 b	0.18 ± 0.01 a	0.34 ± 0.03 a
中足 Midleg	0.14 ± 0.02 c	0.15 ± 0.01 c	1.08 ± 0.16 c	0.50 ± 0.01 c	0.08 ± 0.01 c	0.16 ± 0.02 c
后足 Hindleg	0.46 ± 0.03 a	0.19 ± 0.01 a	0.41 ± 0.03 b	0.63 ± 0.02 a	0.15 ± 0.01 b	0.23 ± 0.02 b

注：表中数据为平均数 ± 标准误差，$n = 10$。数据后有不同字母表示差异显著($P < 0.05$)，基节宽/长用配对 t 检验，腿节宽/长用 Duncan 复极差检验。

Notes: Data in table is mean ± standard error ($n = 10$), and those followed by different letters differ significantly at $P < 0.05$ (the rate of coxa width/length by t-test; the rate of femur width/length by Duncan's multiple range test).

表 1 表明，在三对足中，基节长度的顺序为：后足(0.46) > 前足(0.36) > 中足(0.14)；基节的宽度的顺序为：后足(0.19) > 前足(0.17) > 中足(0.15)；腿节长度顺序是：后足(0.63) > 前足(0.54) > 中足(0.50)；腿节宽度的顺序是：前足(0.18) > 后足(0.15) > 中足(0.08)。

以足各节宽/长的比值作为比较指标表明，前足基节(0.48)显著较后足基节发达(0.41)。各对足的腿节的发达程度为：前足(0.34) > 后足(0.23) > 中足(0.16)。

3 讨论

3.1 影响佩妃延腹榕小蜂产卵成功的因素

传粉榕小蜂 *C. solmsi* 幼虫存在与否直接影响着佩妃延腹榕小蜂是否产卵。观察发现，该榕小蜂喜欢在大一点的榕果(直径约 30 mm)内产卵。对于正常授粉的榕果雄果，榕果的大小与传粉榕小蜂幼虫发育程度有一定的正相关性。佩妃延腹榕小蜂只在已有传粉榕小蜂幼虫的榕果内产卵。

另外，子房内是否有传粉榕小蜂产卵器附腺的分泌物也可能影响着佩妃延腹榕小蜂产卵成功与否。Abdurahiman(1980)将一个较小的(没有传粉榕小蜂进入的)榕果提供给佩妃延腹榕小蜂时，它可以插入产卵针，但不产卵。经过这样的尝试后，绝不再有任何产卵行为。Joseph(1958，1959)研究凯妃延腹榕小蜂 *P. caricae* 表明，该小蜂产卵于具有无花果传粉榕小蜂 *Blastophaga psenes* 卵的子房内，同时该子房内有产卵器附腺的分泌物，推测可能是由于该榕小蜂的产卵针末端的感受器对传粉榕小蜂生殖附腺的分泌物有较高敏感性。

天敌影响着佩妃延腹榕小蜂的产卵。如黄猄蚁 *Oecophylla smaragdina* Fabricius 靠近时，正在产卵的佩妃延腹榕小蜂迅速拉出产卵针后飞离。人类靠近时，也有类似现象。

3.2 产卵位置

除榕果小孔和果柄外，佩妃延腹榕小蜂在果面上其它部位的产卵机率相似，没有明显的选择性。

通过解剖，发现佩妃延腹榕小蜂的产卵针在果壁内是沿着果的直径方向刺入的，即榕小蜂采用了最短的路径(图 2)，进一步证实了 Abdurahiman (1980)观察结果。产卵针的末端所在的位点变化很大，有时其末端呈游离状态，有时刺在一个子房壁上。卵产在子房的胚珠内。但是卵的位置不是绝对

不变，依据产卵针插入的方向而定。卵柄与子房壁相粘贴（Abdurahiman，1980）。

3.3 产卵行为与产卵器形态结构的关系

佩妃延腹榕小蜂的产卵过程，是多种行为协调一致的过程，如体位的前后移动，下生殖板的张合，后足的弯曲与伸直，产卵鞘的前后弓起，都是为了帮助产卵针以最佳角度和力度插入榕果。

腹部第 8～9 节背板延伸部分如同鞭子的鞭杆，而产卵鞘如同鞭子的鞭绳。当产卵针开始刺入时，鞭杆与鞭绳相合（图版Ⅰ：B）；随着产卵针的插入，鞭绳渐渐远离鞭杆（图版Ⅰ：C～F）；当产卵针从产卵鞘的基部 1/5 处分离时，鞭绳渐渐向鞭杆靠近（图版Ⅰ：G～I），直至靠拢（图版Ⅰ：J）。整个过程，充分利用了腹部第 8～9 节背板延伸部分与产卵鞘之间类似关节的结构，以保持产卵针总与果面垂直。此后，随着雌蜂身体前移，鞭绳又一次远离鞭杆（图版Ⅰ：K），鞭杆与鞭绳呈圆滑弓形。而在这个过程中，腹部第 8～9 节背板延伸部分与产卵鞘之间没有呈任何角度，以保证产卵鞘有足够的弹力弹向后方。但腹部第 8～9 节背板的延伸的进化机制尚不清楚。

我们观察发现了前人没有发现的一些行为。1）当找到合适的产卵位置时，雌蜂整个身体向上抬起，头与胸几乎与果面垂直，头部的上颚接触果面，与前足（起主要作用）和中足共同将整个身体支撑起来（图版Ⅰ：A），身体呈倒立状，以利后足将产卵鞘扶持到选定的产卵位点。前足、中后与后足的基节、腿节的粗壮程度比较表明（表 1），该榕小蜂的前足最发达，可以为整个体躯提供稳定的支撑。2）从开始插入产卵针到产卵鞘向后弹出，腹部第 8～9 节背板延伸部分与产卵鞘之间有两次大幅度的靠拢与分离，而这两次靠拢与分离与二者之间类似关节的折弯有关。第一次靠拢与分离保证产卵针以最佳的垂直角度插入果内，第二次则是满足产卵鞘向后弹出，以使暴露在外的产卵针顺利地全部插入果内。3）雌蜂后足也较发达。因为雌蜂在产卵过程中，后足对调整体位的行为起着重要作用。

3.4 妃延腹榕小蜂属内不同种类产卵行为的比较

Joseph（1958）没有观察到凯妃延腹榕小蜂产卵时产卵鞘恢复到平时状态，然而 Lichtenstein（1919）观察到了。Abdurahiman（1980）研究发现佩妃延腹榕小蜂抬起腹部至 80°角时，产卵鞘端部就可以垂直于果面。然而，我们观察到腹部抬起到 90°角，产卵鞘端部才可以垂直接触果面。这种差异可能是由于前者观察不精确所致，也可能由于该榕小蜂腹部第 8～9 节延伸部分与产卵鞘相对长度不一所致。

另外，台湾妃延腹榕小蜂 *Philotrypesis taiwanensis* 在间花期产卵于正榕 *Ficus microcarpa* 的榕果内，它可能是传粉榕小蜂的寄生蜂，并发现其种群密度很低（Chen *et al*.，1999）。另有一种更为特殊的欧妃延腹榕小蜂 *P. okinavensis*，它在雌花前期（Chen *et al*.，1999）产卵于正榕果内，与一般观察到的妃延腹榕小蜂的产卵时期不一致。欧妃延腹榕小蜂的产卵行为和生物学可能更具有特异性。

3.5 妃延腹榕小蜂属与其他榕小蜂产卵行为的异同

妃延腹榕小蜂属与缩腹榕小蜂属 *Apocrypta* 种类的产卵方式有相似之处，即二者均要抬起腹部使产卵鞘的端部与榕果表面垂直接触。Ulenberg（1985）简要总结了缩腹榕小蜂属和延腹榕小蜂亚科（Sycoryctinae）产卵器形态和结构特点，但没有指出行为上的差异。据我们观察，缩腹榕小蜂的产卵针在插入过程中，产卵针不可见。然而，妃延腹榕小蜂可以看到黄褐色的产卵针。另外，妃延腹榕小蜂延伸的第 8～9 节背板延伸部分在产卵过程中呈关节状，使产卵鞘端部垂直下弯。但是在缩腹榕小蜂产卵针插入过程中，产卵鞘一直呈弧形后弯。

延腹榕小蜂属与长鞘榕小蜂 Sycophaginae 亚科的种类产卵行为有明显的不同。因为长鞘榕小蜂亚科内的扁股榕小蜂属 *Platyneura* 和管尾嗜榕小蜂属 *Sycoscapter* 的产卵鞘没有像延腹榕小蜂一样延伸的腹节，所以不可能象后者一样出现产卵时的弯曲现象。扁股榕小蜂和管尾嗜榕小蜂产卵时，逐渐向后退，以使产卵针全部插入果内。

参考文献（References）

Abdurahiman UC，1980. Observations on the oviposition behaviour in *Philotrypesis pilosa* Mayr（Hymenoptera：Torymidae）. Proc. Symp. Environ. Biol. Trivandrum. 146－150.

Abdurahiman UC，Joseph KJ，1979. Observation on the oviposition behaviour in *Apocrypta bakeri* Joseph（Hymenoptera：Torymidae）. *Journal of the Bombay Natural History Society*，76（2）：219－223.

Ansari MH，1967. The process of egg laying in Idarninae（Hymenoptera：Chalcidoidea）. *Indian Journal of Entomology*，29（4）：380－384.

Berg CC，Wiebes JT，1992. African fig trees and fig wasps. Amsterdam，New York：Verhandelingen Afdeling Natuurkunde. Tweede reeks Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen，North-Holland. 298.

Bouček Z，1988. Family Agaonidae. In：Bouček Z ed. Australian Chalcidoidea（Hymenoptera）：A Biosystematic Revision of Genera and Fourteen Families，with a Reclassification of Species. CAB International，Wallingford，UK. 156－209.

Chen YR, Chuang WC, Wu WJ, 1999. Chalcid wasps on *Ficus microcarpa* L. in Taiwan (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Journal of Taiwan Museum*, 52(1): 39–79.

Hawkins BA, Compton SG, 1992. African fig wasp communities: undersaturation and latitudinal gradients in species richness. *J. Anim. Ecol.*, 61(2): 361–372.

Janzen DH, 1979. How to be a fig. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 10: 13–51.

Joseph KJ, 1953. Contribution to our knowledge of fig insects (Hymenoptera: Chalcidoidea: Parasitic) from India. III. Description of three new genera and five new species of Sycophagini, with notes on biology, distribution and evolution. *Agra. Univ. J. Res.* (Sci.), 2: 53–82.

Joseph KJ, 1958. Recherches sur les chalcidiens *Blastophaga psenes* (L.) du figuier *Ficus carica* (L.). *Annals Sci. Nat. Zool.*, 20: 197–260.

Joseph KJ, 1959. On a collection of fig insects (Chalcidoidea: Agaonidae) from French Guiana. *Proc. R. ent. Soc. Lond.* (B), 28: 29–36.

Lichtenstein JL, 1919. Notes preliminaire au sujet de *Philotrypesis caricae* Hass. (Hymenoptera: Chalcididae). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 17: 313–316.

SAS, 1992. SAS User's Guide. Cary, NC, SAS Institute Inc, USA.

Ulenberg SA, 1985. The systematics of the fig wasp parasites of the genus *Apocrypta* Coquerel. Tweede Reeks: North-Holland Publishing Company. 1–176.

Zhen WQ, Zhu CD, Yang DR, Huang DW, 2004. Pollinator fig wasp and fig propagation. *Acta Entomologica Sinica*, 47(1): 99–105. [甄文全,朱朝东,杨大荣,黄大卫,2004. 传粉榕小蜂与榕树的繁衍. 昆虫学报,47(1): 99–105]

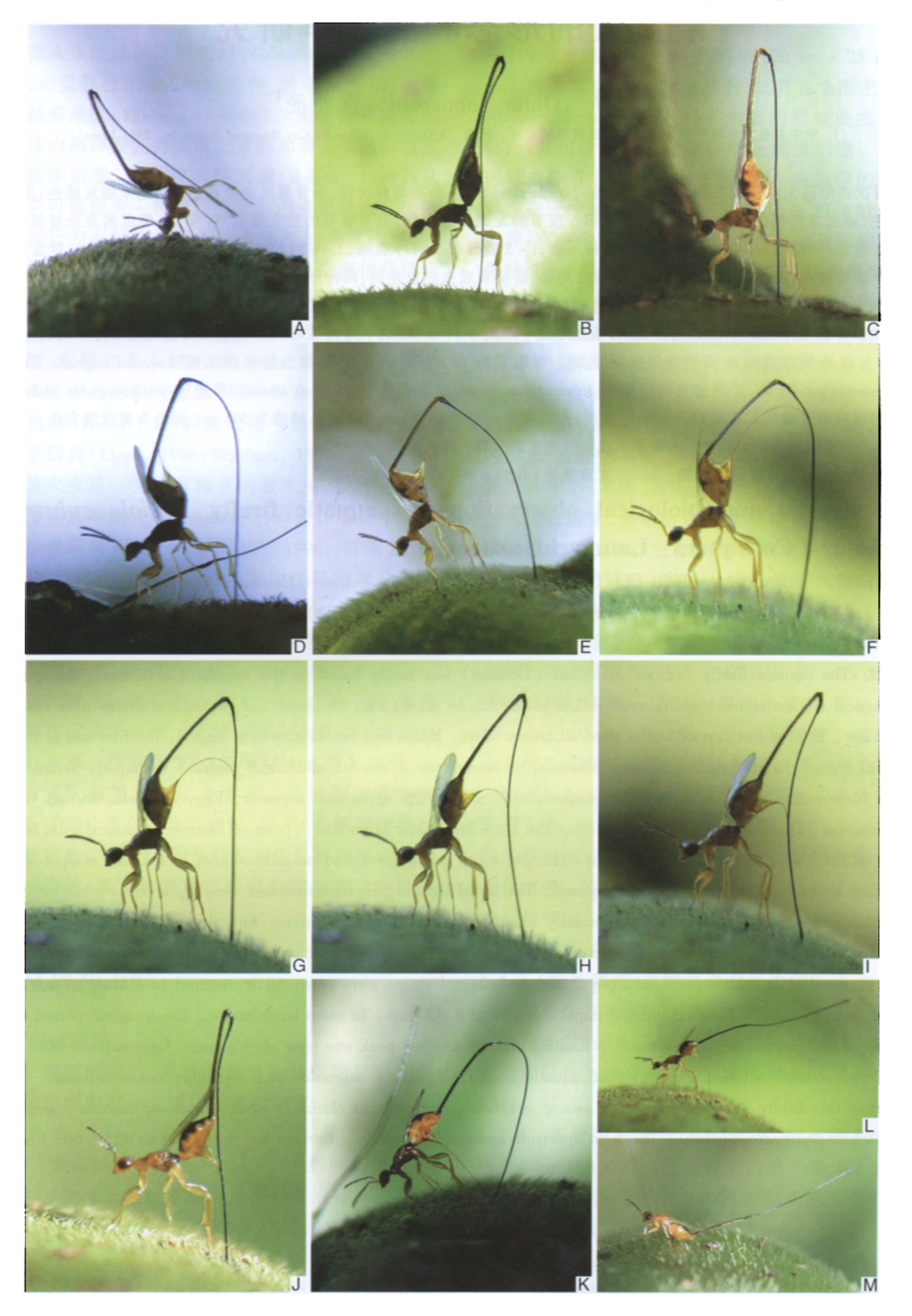
(责任编辑:袁德成)

图版说明 Explanation of Plate

图版Ⅰ 佩妃延腹榕小蜂在对叶榕果上的产卵全过程

Plate Ⅰ The oviposition process of *Philotrypesis pilosa* on syconium of *Ficus hispida*

A: 示后足下拉产卵鞘 Hindlegs pulling ovipositor sheath down to syconial surface; B: 示产卵针置于中、后足之间 Ovipositor stylet being placed between midlegs and hindlegs; C–E: 腹部第8~9节与产卵鞘逐渐形成拱形 The 8th and 9th abdominal segments and ovipositor sheath arching step by step; F–J: 产卵针在产卵鞘的支持下刺入榕果内 Stylet piercing into syconium with the support of ovipositor sheath; K: 产卵鞘准备与产卵针分离 Ovipositor sheath separating from stylet; L: 与产卵鞘分离的产卵针在腹部的作用下继续刺入 Ovipositor stylet continuing piercing into syconium with the force of abdomen; M: 正在产卵,产卵针几乎全部在榕果内 Ovipositing with nearly the whole stylet in syconium.


A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M